



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 商用電灯線と電力線搬送モデムとを電気的に絶縁するための絶縁トランスと、前記絶縁トランスの一次巻線と商用電灯線との間に接続され、商用周波数成分を遮断して高周波信号のみを通過させる働きを有するコンデンサと、前記絶縁トランスの一次巻線に並列接続され、過大なノイズ電圧を吸収する働きを有する振幅制限素子と、前記絶縁トランスの一次巻線に並列接続されたインピーダンス回路とを備え、  
前記インピーダンス回路のインピーダンス値が特定の周波数帯域で小さくなるように、前記インピーダンス回路のインピーダンス特性が設定されていることを特徴とする電力線結合回路。

【請求項2】 前記コンデンサが、前記絶縁トランスの一次巻線の両極側に1つずつ接続されていることを特徴とする請求項1記載の電力線結合回路。

【請求項3】 商用電灯線と電力線搬送モデムとを電気的に絶縁するための絶縁トランスと、前記絶縁トランスの一次巻線と商用電灯線との間に接続され、商用周波数成分を遮断して高周波信号のみを通過させる働きを有するコンデンサと、前記絶縁トランスの一次巻線に並列接続され、過大なノイズ電圧を吸収する働きを有する振幅制限素子と、前記絶縁トランスの一次巻線と前記商用電灯線との間において、前記コンデンサと直列接続されたインピーダンス回路とを備え、

前記インピーダンス回路のインピーダンス値が特定の周波数帯域で大きくなるように、前記インピーダンス回路のインピーダンス特性が設定されていることを特徴とする電力線結合回路。

【請求項4】 前記コンデンサと前記インピーダンス回路との直列回路が、前記絶縁トランスの一次巻線の両極側に1組ずつ接続されていることを特徴とする請求項3記載の電力線結合回路。

【請求項5】 商用電灯線に接続された差込口に挿入される差込接続部と、該差込接続部に直接接続され、電力線搬送通信装置の差込接続部が挿入される被差込接続部と、前記差込接続部及び前記被差込接続部の線間に接続され、商用周波数成分を減衰させるコンデンサ及びインピーダンス回路の直列回路とを備え、

前記インピーダンス回路のインピーダンス値が特定の周波数帯域で小さくなるように、前記インピーダンス回路のインピーダンス特性が設定されていることを特徴とする電力線搬送通信アダプタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、電力線を信号伝送路として用いる電力線搬送通信のための電力線結合回路及び電力線搬送通信アダプタに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 電力線（電灯線ともいう）を信号伝送路

10

として用いるデータ通信技術として、電力線搬送通信技術が知られている。現在の電波法では、10kHzから450kHzの周波数帯域を使用して通信を行うことが可能である。

【0003】 図11は、従来の電力線搬送通信端末のブロック構成図である。電力線搬送通信端末50は、電力線結合回路51、電力線搬送モデム52、入出力回路53及び電源回路54を含む。信号の受信時には、商用交流電圧に重畠されている信号成分を電力線結合回路51が取り出して電力線搬送モデム52に与え、電力線搬送モデム52でデジタル信号に変換された信号が入出力回路53に渡される。逆に、信号の送信時には、入出力回路53から電力線搬送モデム52を経て電力線結合回路51に渡された信号は、電力線結合回路51によって商用交流電圧に重畠される。

【0004】 図12は、従来の電力線結合回路の例を示す回路図である。電力線結合回路51は、商用電灯線と電力線搬送モデム52とを電気的に絶縁するための絶縁トランス55、その一次巻線に並列接続された振幅制限素子56、絶縁トランス55の一次巻線と商用電灯線の差込接続部との間に直列接続されたコンデンサ57を含む。コンデンサ57は、商用周波数成分を遮断して高周波信号のみを通過させる働きを有する。振幅制限素子56は、絶縁トランス55の一次側に過大なノイズ電圧が印加されたときにそれを吸収して二次側（すなわち電力線搬送モデム52）に伝わらないようにする働きを有する。

【0005】 振幅制限素子56の動作電圧は、電力線搬送通信の信号電圧では動作しないで、振幅の大きい（例えば10Vp-p以上）のノイズが印加されたときにのみ動作する値が選定されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、商用電灯線に10Vp-p以上のノイズがあるような場合は、電力線結合回路51の振幅制限素子56が非線形回路素子として動作する。一般的に、家庭内の商用電灯線に接続された家電機器が発生するノイズは数十kHz付近の周波数帯域に集中している。そして、これらのノイズレベルが10Vp-p以上であれば、振幅制限素子の非線形動作によって発生するノイズの高調波成分が電力線搬送通信で使用する周波数帯域に現れて悪影響を与えることが知られている。

【0007】 単発性のノイズの場合は信号の再送処理等を行うことによりノイズの悪影響を回避して正しい信号伝送が可能であるが、継続的に発生する連続性ノイズの場合は、ノイズが無くなるまで信号伝送を正しく行うことができない。

【0008】 例えば、誘導加熱（IH）を利用した電気炊飯器が動作中は、数十kHzの周波数にピークを有する連続性ノイズが発生し、電気炊飯器の機種によっては

40

50

ノイズの最大振幅が20Vp-pに達する。このようなノイズが発生している状態で電力線搬送通信による信号伝送を正しく行うことは困難である。

【0009】過大なノイズが発生する場合にノイズの高調波成分が発生しにくくするために、動作電圧が高い振幅制限素子56を使用することが考えられる。しかし、振幅制限素子56の動作電圧が高い場合は、それより低い電圧のノイズを吸収できないために、絶縁トランス55の二次側に過大なノイズ電圧が発生する。その結果、電力線搬送モデム52の送信回路の出力端子や受信回路の入力端子に過大な電圧が印加され、回路が破損するおそれがある。回路の破損を回避するために、送信回路や受信回路の耐圧を十分高く設計しようとすれば、汎用部品が使用できなくなり、コストの上昇を招くことになる。

【0010】本発明は上記のような従来の課題に鑑みて為されたものであり、特定の周波数帯域に振幅の大きいノイズが発生している電灯線でも安定して電力線搬送通信を行うことができる電力線結合回路と電力線搬送通信アダプタを提供することを目的とする。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】本発明による電力線結合回路の第1の構成は、商用電灯線と電力線搬送モデムとを電気的に絶縁するための絶縁トランスと、前記絶縁トランスの一次巻線と商用電灯線との間に接続され、商用周波数成分を遮断して高周波信号のみを通過させる働きを有するコンデンサと、前記絶縁トランスの一次巻線に並列接続され、過大なノイズ電圧を吸収する働きを有する振幅制限素子と、前記絶縁トランスの一次巻線に並列接続されたインピーダンス回路とを備え、前記インピーダンス回路のインピーダンス値が特定の周波数帯域で小さくなるように、前記インピーダンス回路のインピーダンス特性が設定されていることを特徴とする。

【0012】好ましい実施形態において、前記コンデンサが、前記絶縁トランスの一次巻線の両極側に1つずつ接続されている。

【0013】また、本発明による電力線結合回路の第2の構成は、商用電灯線と電力線搬送モデムとを電気的に絶縁するための絶縁トランスと、前記絶縁トランスの一次巻線と商用電灯線との間に接続され、商用周波数成分を遮断して高周波信号のみを通過させる働きを有するコンデンサと、前記絶縁トランスの一次巻線に並列接続され、過大なノイズ電圧を吸収する働きを有する振幅制限素子と、前記絶縁トランスの一次巻線と前記商用電灯線との間において、前記コンデンサと直列接続されたインピーダンス回路とを備え、前記インピーダンス回路のインピーダンス値が特定の周波数帯域で大きくなるように、前記インピーダンス回路のインピーダンス特性が設定されていることを特徴とする。

【0014】好ましい実施形態において、前記コンデン

サと前記インピーダンス回路との直列回路が、前記絶縁トランスの一次巻線の両極側に1組ずつ接続されている。

【0015】また、本発明による電力線搬送通信アダプタは、商用電灯線に接続された差込口に挿入される差込接続部と、該差込接続部に直接接続され、電力線搬送通信装置の差込接続部が挿入される被差込接続部と、前記差込接続部及び前記被差込接続部の線間に接続され、商用周波数成分を減衰させるコンデンサ及びインピーダンス回路の直列回路とを備え、前記インピーダンス回路のインピーダンス値が特定の周波数帯域で小さくなるように、前記インピーダンス回路のインピーダンス特性が設定されていることを特徴とする。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を説明する。

【0017】(第1の実施形態) 図1は、本発明の第1の実施形態に係る電力線結合回路の回路図である。この電力線結合回路10は、商用電灯線と電力線搬送モデムとを電気的に絶縁するための絶縁トランス11と、絶縁トランス11の一次巻線と商用電灯線との間に接続され、商用周波数成分を遮断して高周波信号のみを通過させる働きを有するコンデンサ12と、絶縁トランス11の一次巻線に並列接続され、過大なノイズ電圧を吸収する働きを有する振幅制限素子13と、絶縁トランス11の一次巻線に並列接続されたインピーダンス回路14とを備えている。

【0018】インピーダンス回路14のインピーダンス特性は、家庭内で使用される家電機器から発生するノイズが多い周波数帯域でインピーダンスが小さくなるように設定されている。つまり、絶縁トランス11の一次側からみたインピーダンスに比べて、インピーダンス回路14のインピーダンスが十分小さくなるように設定することにより、商用電灯線のノイズが絶縁トランス11の一次巻線に印加されないようにしている。

【0019】図2は、インピーダンス回路14の構成例を示す回路図である。この例では、インピーダンス回路14はインダクタ15(L1)とコンデンサ16(C1)とのLC直列共振回路で構成されている。このインピーダンス回路14のインピーダンス特性は、共振周波数で最小インピーダンスとなり、それ以外の周波数でインピーダンスが高くなる特徴を有する。理論的には共振周波数でインピーダンス回路14のインピーダンスがゼロオームになるが、実際にはインダクタ15の巻線抵抗等の損失が存在するので有限のインピーダンスを有することになる。インピーダンス回路14の共振周波数は、家庭内で使用される家電機器から発生するノイズの振幅が最も大きい周波数に設定される。

【0020】図1の電力線結合回路10の構成素子である振幅制限素子13は、一对のツェナーダイオードを対

向極性で直列接続したものが使用される。これにより、商用交流電圧の正負両極性で振幅制限機能が働く。適切なツエナー電圧のツエナーダイオードを使用することにより、振幅制限素子13の動作電圧（振幅制限電圧）を家電機器から発生するノイズの振幅より大きな値に設定する。これにより、ノイズ波形の歪による高調波ノイズの発生を回避することができる。

【0021】図3は、商用電灯線側から見た電力線結合回路の入力インピーダンス特性の例を示している。図からわかるように、商用周波数（50/60Hz）では十分大きいインピーダンス値（Z）を確保して、商用周波数成分の流入を防いでいる。また、家電機器から発生するノイズが多い周波数帯域ではインピーダンス値（Z）が小さくなつてノイズ成分を減衰させる。更に高い周波数である電力線搬送通信で使用される信号周波数の帯域では適切なインピーダンス値（Z）が確保され、信号の受信を正しく行うことができる。

【0022】仮に、ノイズが多い周波数帯域が電力線搬送通信で使用される信号周波数の帯域に重なるようになると、電力線搬送通信で使用される信号周波数の成分も減衰してしまい、通信に必要なS/N比を得ることが困難になる。しかし、一般に、家電機器から発生するノイズは数十kHz付近の周波数帯域に集中しており、電力線搬送通信で使用される信号周波数の帯域は数百kHz付近であるので、両者が重なることはない。電力線搬送通信で使用される信号周波数の帯域にノイズが存在する場合でも、ノイズレベルは十分小さく、通信に与える影響は少ない。

【0023】なお、インピーダンス回路14は、図2に示したLC直列共振回路に限らず、同様のインピーダンス特性を有する他の回路構成を用いてもよい。

【0024】（第2の実施形態）図4は、本発明の第2の実施形態に係る電力線結合回路の回路図である。この電力線結合回路10は、図1に示した第1の実施形態に係る電力線結合回路10に比べて、2つのコンデンサ12a及び12bが使用され、絶縁トランス11の一次巻線の両極側に1つずつコンデンサが接続されている点が異なる。絶縁トランス11、振幅制限素子13及びインピーダンス回路14については、図1に示した第1の実施形態に係る電力線結合回路10と同様である。

【0025】図4の回路構成では、絶縁トランス11の一次巻線と商用電灯線との間に2つのコンデンサ12a及び12bが直列に接続されることになるので、図1の回路構成におけるコンデンサ12と同じインピーダンス特性を得るには、コンデンサ12a及び12bの静電容量（同じ静電容量とする）を図1におけるコンデンサ12の静電容量の2倍に設定する必要がある。一方、耐圧に関しては、コンデンサ12a及び12bは、コンデンサ12に比べて半分の耐圧で済むことになる。

【0026】また、図4の回路構成では、商用電灯線側

から電力線結合回路10を見たときの回路構成が平衡回路となるために、コモンモードノイズの発生を抑えることができ、図1の回路構成に比べてS/N比が良くなる効果も得られる。

【0027】（第3の実施形態）図5は、本発明の第3の実施形態に係る電力線結合回路の回路図である。この電力線結合回路10は、商用電灯線と電力線搬送モデムとを電気的に絶縁するための絶縁トランス11と、絶縁トランス11の一次巻線と商用電灯線との間に接続され、商用周波数成分を遮断して高周波信号のみを通過させる働きを有するコンデンサ12と、絶縁トランス11の一次巻線に並列接続され、過大なノイズ電圧を吸収する働きを有する振幅制限素子13と、絶縁トランス11の一次巻線と商用電灯線との間において、コンデンサ12と直列接続されたインピーダンス回路21とを備えている。

【0028】インピーダンス回路21のインピーダンス特性は、既述の実施形態におけるインピーダンス回路14と異なり、家庭内で使用される家電機器から発生するノイズが多い周波数帯域でインピーダンスが大きくなるように設定されている。絶縁トランス11の一時側から見たインピーダンスに比べて、インピーダンス回路21のインピーダンスの最大値を十分大きく設定することにより、商用電灯線のノイズが絶縁トランス11の一次巻線に印加されないようにしている。

【0029】図6は、インピーダンス回路21の構成例を示す回路図である。この例では、インピーダンス回路21はインダクタ22（L2）とコンデンサ23（C2）とのLC並列共振回路で構成されている。このインピーダンス回路21のインピーダンス特性は、共振周波数で最大インピーダンスとなり、それ以外の周波数でインピーダンスが低くなる特徴を有する。理論的には共振周波数でインピーダンス回路21のインピーダンスが無限大になるが、実際にはインダクタ22の巻線抵抗等の損失が存在するので有限のインピーダンスを有することになる。インピーダンス回路21の共振周波数は、家庭内で使用される家電機器から発生するノイズの振幅が最も大きい周波数に設定される。振幅制限素子13の機能については、第1の実施形態で説明した通りである。

【0030】図7は、商用電灯線側から見た電力線結合回路の入力インピーダンス特性の例を示している。図からわかるように、商用周波数（50/60Hz）では十分大きいインピーダンス値（Z）を確保して、商用周波数成分の流入を防いでいる。また、家電機器から発生するノイズが多い周波数帯域でもインピーダンス値（Z）が大きくなつてノイズ成分の流入を防いでいる。更に高い周波数である電力線搬送通信で使用される信号周波数の帯域では適切なインピーダンス値（Z）が確保され、信号の受信を正しく行うことができる。

【0031】なお、インピーダンス回路21は、図6に

示したLC並列共振回路に限らず、同様のインピーダンス特性を有する他の回路構成を用いててもよい。

【0032】(第4の実施形態)図8は、本発明の第4の実施形態に係る電力線結合回路の回路図である。この電力線結合回路10は、図5に示した第3の実施形態に係る電力線結合回路10に比べて、2つのコンデンサ12a及び12bと2つのインピーダンス回路21a及び21bが使用され、コンデンサ12a(又は12b)とインピーダンス回路21a(又は21b)の直列回路が、絶縁トランス11の一次巻線の両極側に1組ずつ接続されている点が異なる。絶縁トランス11及び振幅制限素子13については、図5に示した第3の実施形態に係る電力線結合回路10と同様である。

【0033】図8の回路構成では、絶縁トランス11の一次巻線と商用電灯線との間に2つのコンデンサ12a及び12bが直列に接続されることになるので、図5の回路構成におけるコンデンサ12と同じインピーダンス特性を得るには、コンデンサ12a及び12bの静電容量(同じ静電容量とする)を図5におけるコンデンサ12の静電容量の2倍に設定する必要がある。一方、耐圧に関しては、コンデンサ12a及び12bは、コンデンサ12に比べて半分の耐圧で済むことになる。

【0034】また、図8の回路構成では、絶縁トランス11の一次巻線と商用電灯線との間に2個のインピーダンス回路21a及び21bが直列に接続されることになるので、図5に示した1個のインピーダンス回路21に比べて、2倍のインピーダンス値を得ることができる。したがって、ノイズ成分の流入を阻止しやすくなる。

【0035】更に、図8の回路構成では、商用電灯線側から電力線結合回路10を見たときの回路構成が平衡回路となるために、コモンモードノイズの発生を抑えることができ、図5の回路構成に比べてS/N比が良くなる効果も得られる。

【0036】(第5の実施形態)図9は、本発明の第5の実施形態に係る電力線搬送通信アダプタの構成図である。また、図10は、この電力線搬送通信アダプタの使用形態を示す図である。この電力線搬送通信アダプタ30は、商用電灯線に接続された差込口(コンセント又はアウトレット)41に挿入される差込接続部31と、この差込接続部31に直接接続され、電力線搬送通信装置42の差込接続部42aが挿入される被差込接続部32と、差込接続部31及び被差込接続部32の線間に接続され、商用周波数成分を減衰させるコンデンサ33及びインピーダンス回路34の直列回路とを備えている。

【0037】コンデンサ33は、商用周波数に対して十分大きいインピーダンスを有し、家電機器から発生するノイズが多い周波数帯域ではインピーダンスが小さくなるような静電容量に設定される。被差込接続部32に接続される電力線搬送通信装置42の入力インピーダンスに比べて、コンデンサ33のインピーダンスの最小値を

十分小さく設定することにより、差込接続部31に印加されるノイズ電圧をコンデンサ33とインピーダンス回路34との直列回路が吸収して被差込接続部32にノイズ電圧が伝わりにくくしている。コンデンサ33は、商用周波数成分のインピーダンス回路34への流入を阻止する働きを有する。

【0038】インピーダンス回路34は、図2に示したインピーダンス回路14と同様に、LC直列共振回路で構成することができる。もちろん、同様のインピーダンス特性を有する他の回路構成を用いててもよい。

【0039】このような電力線搬送通信アダプタ30を商用電灯線と電力線搬送通信装置42との間に介在させることにより、既存の電力線搬送通信装置42に変更を加えることなく、家電機器から発生するノイズの影響を抑えて、電力線搬送通信装置42による信号の受信を正しく行うことができるようになる。

#### 【0040】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の電力線結合回路及び電力線搬送通信アダプタによれば、電力線搬送通信で使用する信号周波数帯域に近い周波数を有する大振幅の連続性ノイズが電灯線(電力線)に発生している場合であっても、ノイズの影響を抑えて、信号を正しく受信することが可能になる。

【0041】また、電力線搬送通信で使用する信号周波数帯域より低い周波数の大振幅連続性ノイズが電灯線に発生している場合であっても、電力線結合回路又は電力線搬送通信アダプタを構成するインピーダンス回路によってノイズ成分を減衰させることができる。その結果、回路保護用の振幅制限素子の非線形動作によって発生する高調波ノイズを抑え、高調波ノイズが通信に与える悪影響を除去することが可能となる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る電力線結合回路の回路図である。

【図2】図1におけるインピーダンス回路の構成例を示す回路図である。

【図3】図1における商用電灯線側から見た電力線結合回路の入力インピーダンス特性の例を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施形態に係る電力線結合回路の回路図である。

【図5】本発明の第3の実施形態に係る電力線結合回路の回路図である。

【図6】図5におけるインピーダンス回路の構成例を示す回路図である。

【図7】図5における商用電灯線側から見た電力線結合回路の入力インピーダンス特性の例を示す図である。

【図8】本発明の第4の実施形態に係る電力線結合回路の回路図である。

【図9】本発明の第5の実施形態に係る電力線搬送通信アダプタの構成図である。

【図 10】図 9 の電力線搬送通信アダプタの使用形態を示す図である。

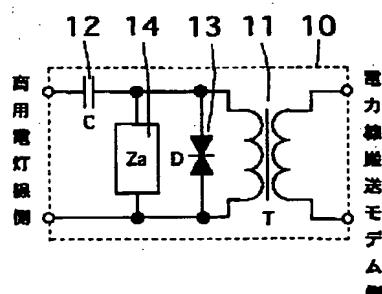
【図 11】従来の電力線搬送通信端末のプロック構成図である。

【図 12】従来の電力線結合回路の例を示す回路図である。

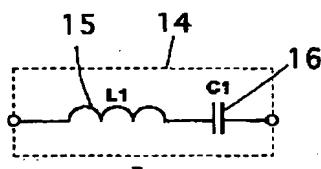
#### 【符号の説明】

- 1 0 電力線結合回路
- 1 1 絶縁トランジスタ
- 1 2, 1 2 a, 1 2 b コンデンサ
- 1 3 振幅制限素子
- 1 4, 2 1, 2 1 a, 2 1 b インピーダンス回路

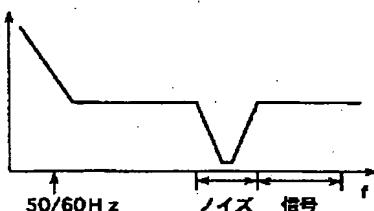
【図 1】



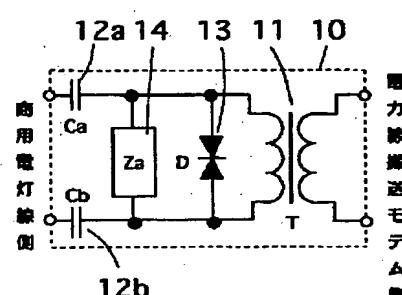
【図 2】



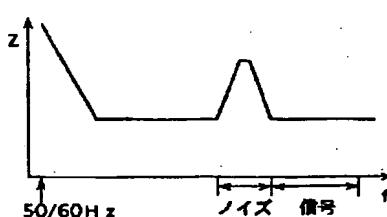
【図 3】



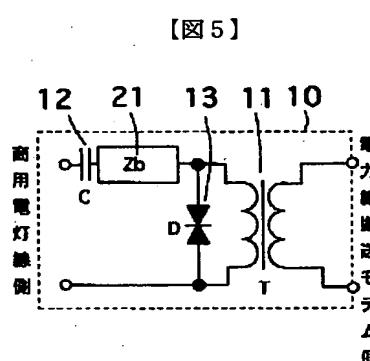
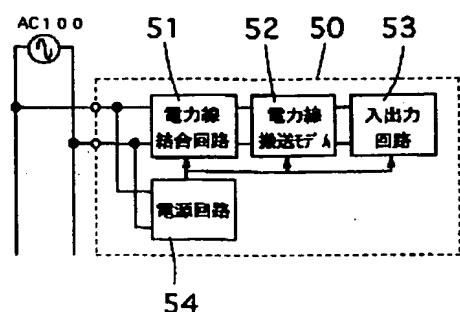
【図 4】



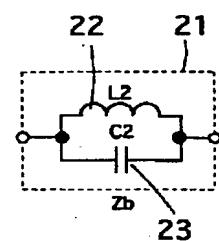
【図 7】



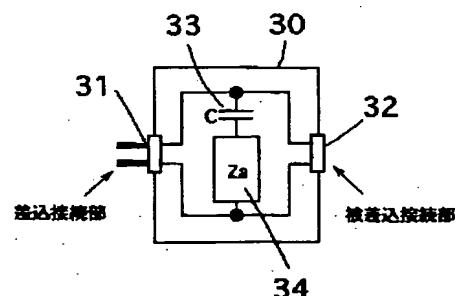
【図 11】



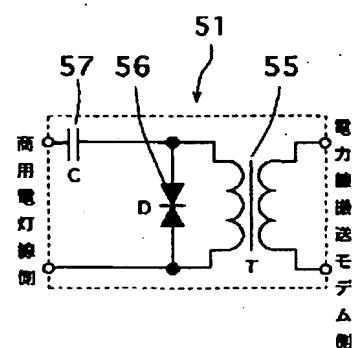
【図 6】



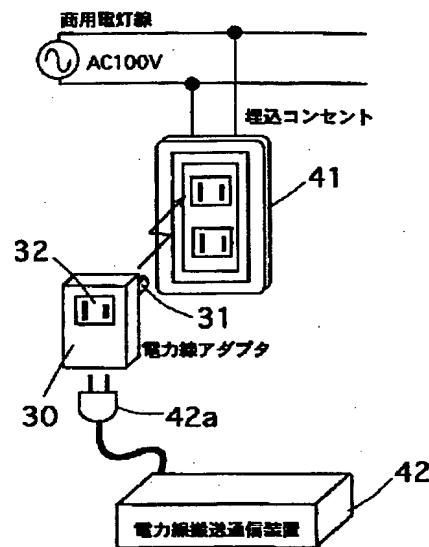
【図 9】



【図 12】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 薦田 美行

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

(72)発明者 山本 心司

大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株  
式会社内

F ターム(参考) 5K046 AA03 BA05 CC05 CC08 CC09  
EE12 PS03 YY01